

Fors, Juli 2020

Opsamlende notat

Marie B Nejrup og Berit Godskesen

## Sammen om fremtidens vand

### - de to cases, løsninger til alternativ vandforsyning og eco-efficiency

Dette notat opsummerer information om de to cases, præsentation af de valgte løsninger (scenarier) til alternativ vandforsyning samt eco-efficiency-evalueringen af de to cases i det VUDP-støttet projekt 'Sammen om fremtidens vand'. Notatet indledes med 1) en introduktion til cases og baggrund for eco-efficiency-evaluering, efterfulgt af resultat og konklusion af eco-efficiency analysen for 2) Boligselskabet Sjælland og 3) Berendsen tekstil-service.

## 1 De to cases og Eco-efficiency

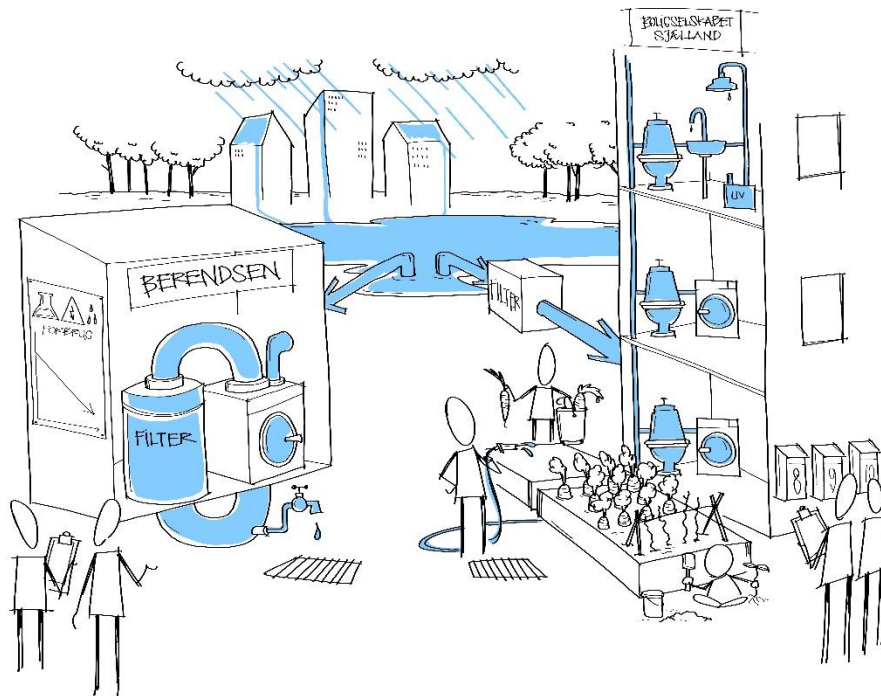
Projektets formål er at udvikle scenarier for alternativ vandforsyning til projektets to cases – Boligselskabet Sjælland (i alt 12.500 lejligheder, men i denne analyse fokuseres på 6 lejligheder i en ejendom i Roskilde) og Berendsen tekstilservice i Holbæk.

### 1.1 De to cases

BoVak og TI har sammen med projektets partnere udviklet scenarierne til alternativ vandforsyning for de to cases.

Hos Boligselskabet ønskes regn- og/eller vejvand opsamlet og anvendt til toilet og tøjvask (figur 1) i kombination med en løsning, der bidrager til at gøre området mere grønt og *liveable*. Boligselskabet har et grønt areal, hvor klimatilpasning samtidigt skal implementeres i forbindelse med en renovering af ejendommene. Et scenarie er at opsamle regnvand fra tagene, et andet at lave et klimatilpasningsbassin (i alt behov for 1.500 m<sup>3</sup> bassin men i analysen regnes med 10 m<sup>3</sup>, som er det volumen der svarer til en ejendoms behov), hvor vandet ledes til behandling i kælderen af ejendommene, inden det distribueres i separate ledninger til de enkelte lejligheders toilet og vaskemaskine. Et tredje scenarie er at opsamle gråtvand (spildevand fra bad og håndvask), behandle det i kælderen og ligeledes distribuere det til toilet og tøjvask. Ved at opsamle og anvende regn- eller gråtvand spares både drikkevand og spildevand, der ellers vil blive ledt til kloak og for Roskildes vedkommende behandlet på renseanlæg. Både det sparede drikke- og spildevand er med i evalueringen.

Berendsen har allerede implementeret regnvandsopsamling og dermed reduceret deres vandforbrug til 100 m<sup>3</sup>/dag. I fremtiden vil de recirkulere spildevand fra vaskeprocessen sammen med regnvand som behandles inden brug. De mangler 25 m<sup>3</sup>/dag, som dette projekt vil levere ved at opsamle by-regnvand i et bassin (scenarierne er fra et opstrøms- og et nedstrømsbassin), transportere det til Berendsen og føre det ind i samme behandling som regn- og spildevand fra Berendsen (figur 1).



Figur 1. Illustration af alternativ vandforsyning udviklet for de to cases (Berendsen og Boligselskabet Sjælland) i projektet.

## 1.2 Eco-efficiency (LCA og total økonomisk værdi)

Eco-efficiency-værktøjet bruges til at evaluere miljøpåvirkningen af scenarierne sammenholdt med deres økonomiske totale værdi (ISO, 2012). Hvis et system er mere eco-efficient end udgangspunktet vil det generere højere værdi og samtidigt reducere miljøpåvirkningen.

I dette studie fokuserer vi på miljøpåvirkning i form af klimapåvirkning (CO<sub>2</sub>-ækvivalent-emissioner, også kaldet carbon footprint) og en mere helhedsorienteret opgørelse i form af de tre kategorier Human health, Ecosystems og Ressource availability. Alle kategorierne er fundet vha. en livscyklusvurdering af scenarierne, hvor alle udvekslinger med miljøet samt forbrug af ressourcer er opgjort systematisk fra vugge til grav for alle elementer i scenarierne. Et carbon footprint er opsummering af alle emissioner som er drivhusgasser, hvor de omregnes til CO<sub>2</sub>-ækvivalenter, dvs. hvor stærk en drivhus gas det er i forhold til CO<sub>2</sub>. Herved kan emissionerne opsummeres. Human Health, Ecosystems og Ressource availability er miljøpåvirkningskategorier fra den såkaldte end-point metode til opgørelse af et LCA-resultat, idet de evaluerer miljøpåvirkningerne helt til enden af virkningskæden (Hauschild *et al.*, 2018).

Til at estimere den totale økonomiske værdi bruges her de berørte interessenters økonomi, som er identificeret til at være kunden (Boligselskabet og Berendsen) og staten (afgifter på vand).

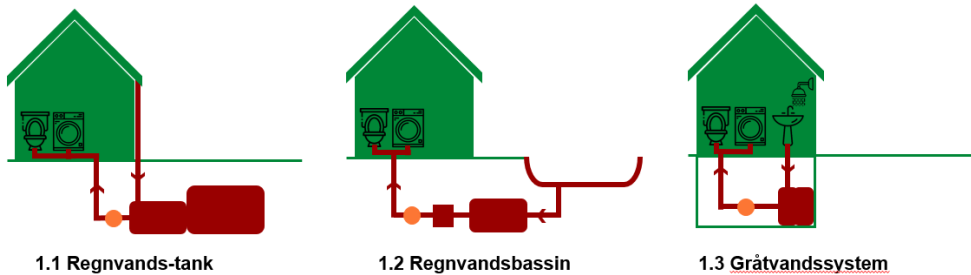
### Referencer

Hauschild, M. Z., Rosenbaum, R. K., and Olsen, S. I. (2018). Life Cycle Assessment – Theory and Practice. Springer.

ISO 2012. ISO Standard 14045:2012 Environmental management – Eco-efficiency assessment of product systems – Principles, requirements and guidelines.

## 2 Eco-efficiency af Boligselskabet Sjælland

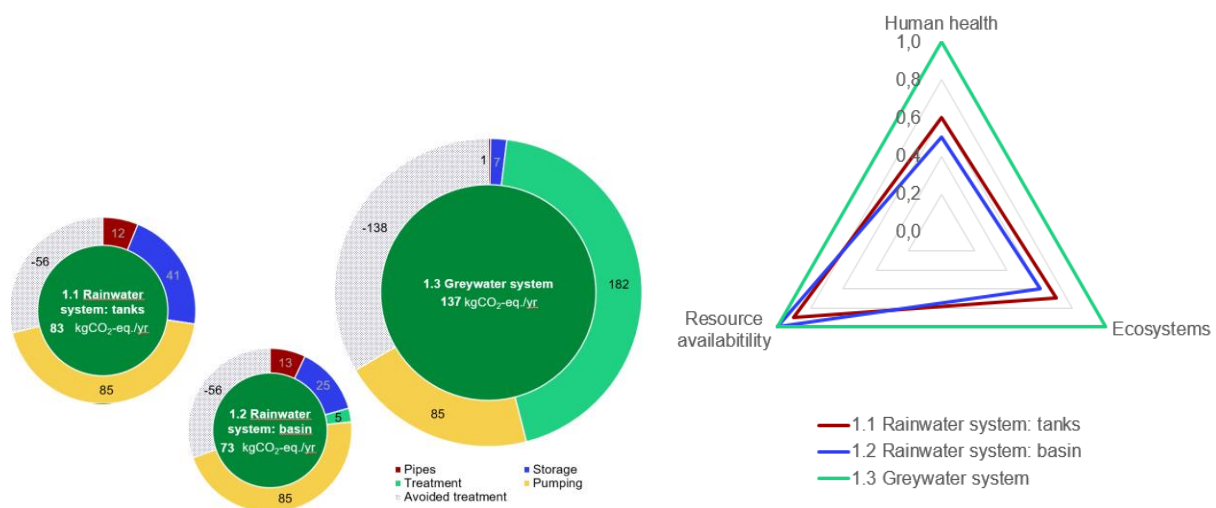
### 2.1 Systembeskrivelse



Figur 2. De tre scenarier til alternativ vandforsyning til Boligselskabet Sjælland. Fra venstre 1.1 Regnvandsopsamling, 1.2 Regnvandsopsamling i bassin og 1.3 Gråtvandssystem.

De tre identificerede scenarier til Boligselskabet Sjælland er 1.1 Regnvandsopsamling hvor tagvand opsamles i tanke (15 m<sup>3</sup>), 1.2 Regnvandsopsamling i bassin (10 m<sup>3</sup>) og tank (5 m<sup>3</sup>) hvor vandet UV-behandles inden distribution og 1.3 Gråtvandssystem, hvor spildevand opsamles fra håndvask og bad, behandles og opbevares i tanke inden det pumpes ud. Vandet i 1.1-1.3 anvendes til toiletskyl og tøjvask.

### 2.2 Carbon footprint og LCA-resultat



Figur 3. Carbon footprint- og LCA-resultat af de tre scenarier for Boligselskab Sjælland. Besparelserne (de negative tal) fremkommer fra sparet drikkevand og regn til fælleskloak.

Resultatet fra carbon footprint er lavest for regnvandsanlæg med bassin (1.2) (figur 3 tv). Bassin bruger færre materialer og el, og er dermed at foretrække sammenlignet med plastik-tanke til 1.1 og 1.3. For de tre kategorier i den fulde LCA har de to regnvandssystemer en lavere påvirkning end 1.3 (figur 3, th). 1. 1 og 1.2 sparer årligt 56 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter ved at spare 250 m<sup>3</sup> drikke- og spildevand (0,22 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>).

### 2.3 Total økonomisk værdi

I den total økonomiske analyse har løsningen med gråtvandsanlæg (1.3) den laveste total økonomisk værdi på -207 DKK/år mens regnvandsbassin (koblet med LAR) (1.2) og regnvandsanlæg med tank (1.1) har en positiv total økonomisk værdi på hhv. 2.319 og 1.581 DKK/år. 1.2 Regnvandsbassin har endog en højere værdi (2.319 DKK/år) end drikkevand på 1.933 DKK/år, mens 1.1 Regnvandstank er lidt lavere end drikkevand (1.581 DKK/år) (tabel 1).

Når man ser på udgiften til vand for Boligselskabet er Regnvandsbassinet (1.2) billigst med en pris på 4.166 DKK/år og regnvandsanlæg tank (1.1) er næst-billigst med 4.904 DKK/ år. Gråtvandsanlægget (1.3) er dyrest med 4.760 DKK/år. Drikkevand koster 4.553 DKK/år og dermed næst-billigst for Boligselskabet. Hvis statsafgiften fratages 1.1 og 1.2 vil 1.2 fortsat være billigst (2.233 DKK/år) og 1.1 næst-billigst (2.972 DKK/år) og dermed billigere end drikkevand.

Tabel 1. Total økonomisk resultat (DKK/år) for de tre scenarier for Boligselskab Sjælland. Anlægsinvesteringerne er hhv. 60.000, 41.000 og 106.000 DKK for 1.1-1.3. Afskrivningsperioden er sat til 50 år. Drift af 1.1-1.3 er estimeret til 25% af drift drikkevand.

	Drikkevand	1.1 Regnvandstank	1.2 Regnvandsbassin	1.3 Gråtvandsanlæg
Udgift til drikkevand eller alternativ vandforsyning	-4.553	-4.904 (-2.972)*	-4.166 (-2.233)*	-4.760 (-4.760)*
Værdi for Boligselskab (=drikkevand)	4.553	4.553	4.553	4.553
Statsafgift	1.933	1.933	1.933	0
<b>Total økonomisk værdi</b>	<b>1.933</b>	<b>1.581</b>	<b>2.319</b>	<b>-207</b>

\*Udgift til alternativ vandforsyning uden statsafgift for 1.1 -1.3

### 2.4 Følsomhed for kommende BNBO-omkostning som medfører højere vandtakst

I perioden 2020-22 skal kommuner og forsyninger udarbejde aftaler om pesticidfri dyrkning i de boringsnære beskyttelsesområder (BNBO). Det antages, at det vil medføre en vandtakst-stigning på 2 DKK/m<sup>3</sup>. Dette medfører, at det totaløkonomiske resultat ændres så regnvandstanke (2.081 DKK/år), ligesom bassin (2.819 DKK/år), også får en højere værdi end drikkevand (1.933 DKK/år).

Tabel 2. Total økonomisk resultat (DKK/år) for de tre scenarier for Boligselskab Sjælland som i tabel 1, men med antagelse af at drikkevandstaksten stiger 2 DKK/m<sup>3</sup> pga. omkostninger til indgåelse af pesticidfri dyrkningsaftaler med lodsejere.

	Drikkevand	1.1 Regnvandstank	1.2 Regnvandsbassin	1.3 Gråtvandsanlæg
Udgift til drikkevand eller alternativ vandforsyning	-5.053	-4.904 (-2.972)*	-4.166 (-2.233)*	-4.760 (-4.760)*
Værdi for Boligselskab (=drikkevand)	5.053	5.053	5.053	5.053
Statsafgift	1.933	1.933	1.933	0
<b>Total økonomisk værdi</b>	<b>1.933</b>	<b>2.081</b>	<b>2.819</b>	<b>293</b>

\*Udgift til alternativ vandforsyning uden statsafgift for 1.1 -1.3

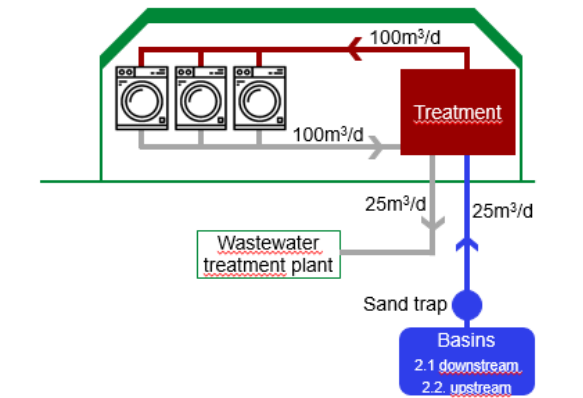
## 2.5 Opsummering af eco-efficiency resultatet

Eco-efficiency-resultatet viser, at:

- Miljømæssigt set er 1.2 favorabel pga. lavere el-forbrug end 1.3 og færre materialer end 1.1, hvilket især kommer til udtryk i carbon footprint-kategorien.
- Totaløkonomisk værdi har scenariet med regnvandsbassin størst værdi (2.319 DKK/år) efterfulgt af drikkevand (1.933 DKK/år) og Regnvandstank (1.581 DKK/år). Der er derfor ikke stor forskel på den totaløkonomiske værdi for 1.1, 1.2 og drikkevand.
- Hvis regnvandstanken og –bassinet (scenarie 1.1 og 1.2) kan fritages fra statsafgiften på ledningsført vand, ligesom gråtvandsanlægget, vil 1.1 og 1.2 være billigst for Boligselskabet.
- Når den forventede kommende stigning på drikkevand (antages 2 DKK/m<sup>3</sup>) grundet omkostninger til aftaler om pesticidfri dyrkning medregnes, bliver regnvandstanken (2.081 DKK/år), ligesom regnvandsbassin (2.819 DKK/år) også en økonomisk bedre løsning end drikkevand (1.933 DKK/år). Kun gråtvandsanlægget (293 DKK/år) har en lavere totaløkonomisk værdi end drikkevand.

### 3 Eco-efficiency af Berendsen tekstilservice

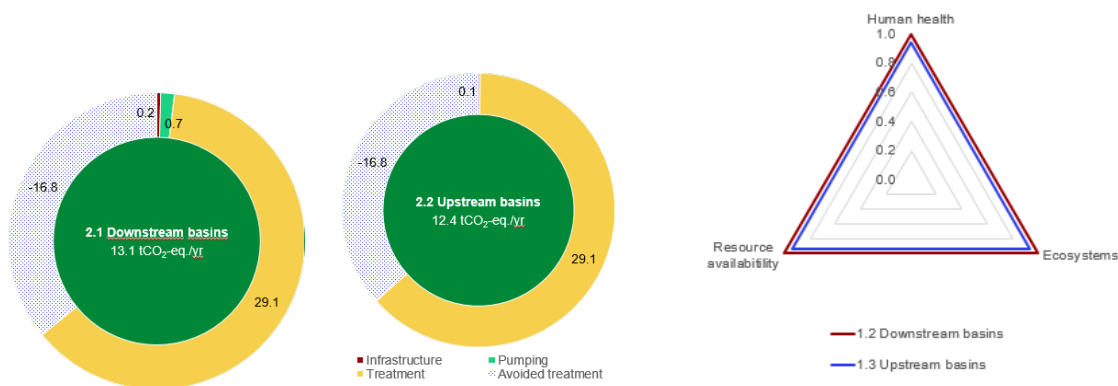
#### 3.1 Systembeskrivelse



Figur 4. Systembeskrivelse for de to scenarier (2.1 nedstrøms og 2.2 opstrøms bassin) for alternativ vandforsyning til Berendsen.

De to identificerede scenarier til Berendsen er etablering af ledninger for to bassiner i byen – det ene opstrøms og det andet nedstrøms. Opstrømsbassinet tager udgangspunkt i et eksisterende regnvandssystem, og der er kun behov for 120 m ny ledning. Nedstrømsbassinet er et tænkt eksempel, hvor det antages et nyt byområde vil etablere regnvandsbassiner som ledes til Berendsen vha. pumper og tilsvarende 120 m ledning.

#### 3.2 Carbon footprint og LCA-resultat



Figur 5. Carbon footprint og LCA-resultat for de to scenarier for alternativ vandforsyning til Berendsen. Besparelsen (de negative tal) fremkommer fra sparet drikkevand.

De miljømæssige parametre er meget tæt på hinanden op til 4%. Det bemærkes dog, at opstrømsbassinet (2.2) har en lidt lavere påvirkning i alle miljøkategorier, hvilket skyldes pumpning ikke er nødvendig, da vandet løber ved gravitation i modsætning til nedstrømsbassinet (figur 6).

### 3.3 Total økonomisk værdi

Økonomisk set har 2.2 Opstrøms-løsningen en højere værdi (-34.281) end 2.1 Nedstrømsbassinet (-43.803 DKK/år). Forskellen skyldes primært at regnvandet løber via gravitation til Berendsen i 2.2, mens der er en udgift forbundet med at pumpe det i 2.1. Dog har traditionelt drikkevand den højeste værdi (-27.486 DKK/år). Hvis 2.1 og 2.2 fritages for afgift vil begge løsninger være billigere for Berendsen sammenlignet med drikkevand (en udgift på hhv. 46.445 og 55.967 DKK/år imod 89.895 for drikkevand).

*Tabel 3. Total økonomisk resultater (DKK/år) for de to scenarier for Berendsen. Anlægsinvesteringerne er estimeret til 900.000 DKK for 2.1 og 2.2. Afskrivningsperioden er sat til 50 år. Drift af 2.1 er estimeret til 125% (el-forbrug pga. vand skal pumpes opstrøms) og 2.2 til 25% af drift drikkevand.*

	Drikkevand	2.1 Nedstrøms bassin	2.2 Opstrøms bassin
Berendsens udgift til FORS (drikkevand eller alternativ vandforsyning)	-89.895	-106.212 (-55.967)*	-96.690 (-46.445)*
Værdi for Berendsen (=drikkevand)	89.895	89.895	89.895
Investering eget anlæg (afskrivninger)	-77.731	-77.731	-77.731
Statsafgift	50.245	50.245	50.245
<b>Total økonomisk værdi</b>	<b>-27.486</b>	<b>-43.803</b>	<b>-34.281</b>

\*Udgift til alternativ vandforsyning uden statsafgift for 2.1 -2.2

3.4 Følsomhed for kommende BNBO-omkostning som medfører højere vandtakst I perioden 2020-22 skal kommuner og forsyninger udarbejde aftaler om pesticidfri dyrkning i de boringsnære beskyttelsesområder (BNBO). Det antages, at det vil medføre en vandtakst-stigning på 2 DKK/m<sup>3</sup>. Dette medfører, at det totaløkonomiske resultat ændres, så 2.2 Opstrømsbassin (-21.281 DKK/år) får en højere værdi end drikkevand (-27.486 DKK/år).

*Tabel 4. Total økonomisk resultat (DKK/år) for de tre scenarier for Boligselskab Sjælland som i tabel 1, men med antagelse af at drikkevandstaksten stiger 2 DKK/m<sup>3</sup> pga. omkostninger til indgåelse af pesticidfri dyrkningsaftaler med lodsejere.*

	Drikkevand	2.1 Nedstrøms bassin	2.2 Opstrøms bassin
Berendsens udgift til FORS (drikkevand eller alternativ vandforsyning)	-102.895	-106.212 (-55.967)*	-96.690 (-46.445)*
Værdi for Berendsen (=drikkevand)	102.895	102.895	102.895
Investering eget anlæg (afskrivninger)	-77.731	-77.731	-77.731
Statsafgift	50.245	50.245	50.245
<b>Total økonomisk værdi</b>	<b>-27.486</b>	<b>-30.803</b>	<b>-21.281</b>

\*Udgift til alternativ vandforsyning uden statsafgift for 2.1 -2.2

### 3.5 Opsamling på eco-efficiency resultatet

Eco-efficiency resultatet viser, at 2.2 opstrømsbassinet er mere eco-efficient end nedstrømsbassinet (2.1), hvilket skyldes, at:

- Opstrømsbassinet (scenarie 2.2) sparer el til pumpning, da vandet løber via gravitation, hvilket giver scenariet et lidt lavere carbon footprint end scenariet med nedstrømsbassinet.
- I den totaløkonomiske analyse medvirker den lavere driftsudgift til pumpning af regnvandet i 2.2 (-34.281 DKK/år) at den får en højere værdi end 2.1 nedstrømsbassinet (-43.803 DKK/år). Drikkevand har den højeste værdi (-27.486 DKK/år).
- Hvis ned- og opstrømsbassinerne (scenarie 2.1 og 2.2) kan fritages fra statsafgiften vil de begge (55.967 og 46.445 DKK/år) være billigere for Berendsen end drikkevand (102.895 DKK/år).
- Når den forventede kommende stigning på drikkevand (antages 2 DKK/m<sup>3</sup>) grundet aftaler om pesticidfri dyrkning medregnes, bliver 2.2 opstrømsbassinet (-21.281 DKK/år) en bedre totaløkonomisk løsning end drikkevand (-27.486 DKK/år), mens 2.1 nedstrømsbassin har den laveste totaløkonomiske værdi (-30.803).